

Une approche multidimensionnelle de la participation dans les communautés de développement de logiciels libres

Françoise Détienne

*Equipe Eiffel2, Cognition and Cooperation in Design, INRIA
Domaine de Voluceau, Rocquencourt
BP 105, 78153 Le Chesnay France
Francoise.Detienne@inria.fr*

Flore Barcellini

*Equipe Eiffel2, Cognition and Cooperation in Design, INRIA
Domaine de Voluceau, Rocquencourt
BP 105, 78153 Le Chesnay France
Laboratoire d'Ergonomie, Centre de Recherche sur le Travail et le Développement, Cnam
Flore.Barcellini@inria.fr*

Jean-Marie Burkhardt

*Université Paris 5 - Laboratoire Ergonomie-Comportement-Interaction
45 rue des Saints-Pères
75270 Paris Cedex 06, France
Jean-Marie.Burkhardt@univ-paris5.fr*

Résumé - Notre étude vise à analyser les formes de participation dans les communautés de développement de logiciels libres. Nous proposons une approche méthodologique multidimensionnelle de la participation dans ces communautés, en nous basant sur le concept de rôle. On considère le rôle en tant que phénomène émergent de l'interaction. Ce concept est développé selon plusieurs dimensions : une dimension sociale, une dimension cognitive et une dimension interactive. Notre approche se base sur l'exploitation et l'analyse des interactions dans trois espaces d'activités (discussion, documentation, implémentation) ainsi que sur les interactions conjointes dans ces espaces d'activités.

Mots-Clés : conception, communautés, émergence, rôle, profils de participation, logiciels libres

1. CONTEXTE ET OBJECTIF

Un enjeu majeur en sciences humaines et sociales est de comprendre de nouvelles formes d'interactions médiées par les technologies liées à internet. Les communautés en ligne épistémiques offrent de telles situations d'interactions à distance et asynchrones. Notre étude vise à analyser les formes de participation dans ces communautés. Dans cet objectif, nous nous sommes centrés sur les communautés de développement de logiciels libres ou « open-source software » (OSS) pour les raisons suivantes.

Ce sont des communautés en ligne finalisées par un objectif de production en commun (concevoir et implémenter un logiciel). Les théoriciens du mouvement OSS (Raymond, 1999) soutiennent que la clé de voûte du succès des projets OSS est leur structuration en communauté. Ce point de vue est également soutenu par les auteurs d'études sur ce type de projets (Cohendet, Créplet, & Dupouët, 2003 ; Conein, 2004a; Scacchi, 2001). Les membres de projets OSS constitueraient ainsi des communautés « en ligne » au sens de De Souza et Preece (2004), c'est-à-dire :

- qu'il s'agit, d'une part, d'un groupe de personnes qui se connectent ensemble à Internet avec un but précis - développer un logiciel;

- et que, d'autre part, ce groupe est gouverné par des normes, valeurs et principes propres, ceux du mouvement OSS. Par exemple, les concepteurs OSS croient à la supériorité du mode de développement OSS au mode « propriétaire » traditionnellement usité dans les entreprises.

Les communautés OSS peuvent également être vues comme des communautés épistémiques (Conein, 2004a ; Cohendet *et al.* 2003) dans la mesure où un objectif partagé par les concepteurs dans ces projets est bien de construire des connaissances notamment sur le logiciel développé. Il ne s'agit pas seulement pour le concepteur d'accroître et enrichir ses compétences individuelles, mais aussi d'atteindre un objectif « méta » de production de connaissances.

La conception s'y déroule quasi-exclusivement à distance et de manière asynchrone. Elle est essentiellement médiatisée par des outils tels que la messagerie électronique, les forums de discussions, les listes de diffusion, et les plateformes de travail coopératifs (Système de gestion pour le développement collaboratif sur Internet). Un des systèmes les plus utilisés est SourceForge (www.sourceforge.net). Ces plateformes offrent communément des systèmes d'archivage qui constituent des traces de ces interactions.

Les formes de participation y sont en principe « ouvertes » aussi bien dans le temps du projet que pour les différents acteurs qu'ils soient administrateurs, développeurs, ou simples utilisateurs. Alors que dans les modèles traditionnels de conception, on peut distinguer des phases de conception, de réalisation et de production, la conception OSS entremêle ces différentes phases et n'établit pas de critères d'arrêt à la conception. La conception devient alors "continue" dans la mesure où de nouvelles fonctionnalités peuvent toujours être proposées, discutées quel que soit l'état d'avancement du projet. De plus les utilisateurs peuvent s'impliquer à différents degrés à tout moment de la conception. Dans les communautés, cette participation « ouverte » est vue comme un facteur essentiel de succès des logiciels produits.

Notre objectif de recherche est triple. Premièrement, notre objectif vise à comprendre les formes de participation dans ces communautés épistémiques finalisées par la conception. L'étude de ces formes de participation nous semble en effet un enjeu d'étude important en sciences humaines et sociales, par leur caractère émergent et non prescrit, et par la qualité et le succès des résultats (en termes de logiciels produits) qu'elles génèrent. Or ces formes de participation dans les communautés libres qui diffusent leurs connaissances sur le web sont encore peu étudiées. Deuxièmement, notre objectif ergonomique vise l'assistance à ce type de processus de conception distribuée à travers des spécifications pour améliorer les outils de travail collaboratif. Troisièmement, notre objectif est de développer un cadre méthodologique permettant d'instrumenter ce type d'étude basées sur des traces d'interactions.

Dans cet article, nous nous centrons sur ce troisième objectif et présentons une approche méthodologique multidimensionnelle pour étudier la participation dans ces communautés. Nous nous basons en particulier sur le concept de rôle et l'articulons avec trois dimensions : sociale, cognitive et interactive. Après un bref état de l'art, nous présenterons notre approche des formes de participation dans ces communautés, basée sur le concept de rôle émergent. Nous l'illustrerons à travers des résultats issus de nos analyses portant sur plusieurs corpora d'échanges entre concepteurs et de données enregistrées extraits du projet OSS Python.

2. ETUDES SUR LA CONCEPTION OSS : ETAT DE L'ART

2.1. Caractéristiques générales

La conception de logiciels libres est un cas particulier de conception collaborative distribuée asynchrone. Pour Scacchi (2001) les communautés dites du libre sont marquées par un ensemble de « valeurs et de croyances fortes » ancrées dans le mouvement «Free/Libre Open Source Software» (Raymond, 1999) ; par exemple : la liberté de choix des tâches, la croyance au «free software», c'est-à-dire au fait que personne ne devrait payer pour disposer d'un logiciel. Certains travaux (par exemple, Mockus, Fielding, & Herbsleb, 2002) ont souligné des caractéristiques vues comme spécifiques à la conception OSS :

- Les logiciels et systèmes libres sont développés par un grand nombre de volontaires ; ces développeurs se constituent en groupes de personnes engagées dans la même pratique, communiquant régulièrement entre elles au sujet de leur activité.
- Le travail est effectué quasi-exclusivement à distance ; il est essentiellement médiatisé par Internet à travers des outils tels que la messagerie électronique, les forums de discussions, les listes de diffusion, les plateformes, etc.
- Les nouveaux arrivants dans un projet doivent se tenir informés de l'historique du projet.

Des études empiriques sur l'organisation sociale et la dynamique des processus de conception dans des projets OSS ont mis en évidence que la réalité est parfois éloignée de certaines des valeurs idéalisées des communautés du logiciel libre. Par exemple, dès que les projets sont de taille importante, ces communautés ont une organisation hiérarchique pyramidale très stricte et méritocratique (Mahendran, 2002). Ces structures, dans lesquelles le pouvoir est très centralisé, remettent partiellement en cause l'idéal égalitaire mis en avant par beaucoup dans les communautés.

2.2. Régulations sociales

Des études sur les projets OSS ont mis en évidence des phénomènes de régulation sociale implicite et explicite de la conception dans les discussions en ligne. Par exemple, les membres d'un projet doivent se tenir au courant de ce qui s'est fait dans le projet pour ne pas « polluer » les listes de discussion/diffusion avec des questions déjà posées. Dans le cas contraire, le participant s'expose au risque d'être violemment attaqué par les autres membres dans les listes de discussion et de ne pas pouvoir être reconnu dans le projet. À côté de statuts explicites comme celui de chef de projet, des rôles implicites ont également été observés dans l'espace de discussion. Par exemple certains participants sont qualifiés de «Bot » (abréviation de Robot) : ils répondent de façon extrêmement précise et détaillé dans les listes de diffusion, de préférence aux problèmes techniques.

C'est l'évaluation par les pairs qui fonde l'évolution et la pérennité de la communauté elle-même. Conein affirme que « les listes ne sont pas seulement un lieu d'échanges d'avis, elles sont aussi un lieu public d'évaluation par les pairs. [Ces évaluations] prennent souvent la forme de sanctions négatives [...] lorsqu'une question est triviale et d'approbation mutuelle lorsqu'un contributeur renommé intervient » (Conein, 2004b, p. 6). Ainsi un nouvel arrivant doit « faire ses preuves » auprès des développeurs pour pouvoir être admis comme développeur (Ducheneaut, 2005). Les membres d'un projet doivent non seulement démontrer leurs compétences techniques dans la maîtrise du logiciel, mais ils doivent aussi être actifs en n'hésitant pas à initier et entretenir des discussions en ligne au sein du projet.

Des mécanismes de régulation particuliers peuvent émerger concernant la tâche de conception. C'est le cas des processus PEP (Python Enhancement Proposal) dans le projet

Python, XEP “Xmpp enhancement proposal” dans le projet Jabber ou encore PLIP “Plone Improvement Proposal” dans le projet Plone. Ces processus prescrivent la façon dont doit être proposée toute nouvelle idée de conception dans le projet, sa mise en discussion dans la communauté et la documentation des décisions de conception qui s’y rapportent.

2.3. Interactions dans trois espaces d’activités

Nos études antérieures sur les projets OSS (Barcellini, Détienne, Burhardt, & Sack, 2005a ; 2005b ; Sack, Détienne, Ducheneaut, Burkhardt, Mahendran, & Barcellini, 2006) ont mis en évidence que les interactions sont réparties dans trois espaces d’activité :

- un espace de discussion : forums, listes de diffusion ...;
- un espace de documentation: sites Internet des projets, documentations en ligne, différentes versions des documents relatifs au projet ;
- un espace d’implémentation : code source et ces différentes versions (gérées par des systèmes de type Concurrent Version System- CVS- ou Subversion).

Les études sur les interactions dans les projets OSS se sont focalisées sur l’un ou l’autre des différents espaces d’activités. Le travail ethnométhodologique de Mahendran (2002), sur le projet Python, a illustré la façon dont le pouvoir est distribué à travers ces trois espaces. Ducheneaut (2005) a mis en évidence l’évolution des développeurs, du projet Python, d’une position périphérique à une position centrale dans le réseau d’acteurs du projet, à travers leurs actions dans deux de ces espaces: l’espace de discussion et l’espace d’implémentation. Sandusky, Gasser et Ripoché (2004) ont centré leur analyse sur l’espace de documentation du projet Bugzilla. Mockus, Fielding et Herbsleb (2002) se sont eux centrés sur l’analyse de l’espace d’implémentation à travers les actions de type CVS de trois projets OSS. Enfin Conein (2004a) a analysé l’espace de discussion à travers une liste de discussion d’usagers du logiciel libre.

3. UNE APPROCHE MULTIDIMENSIONNELLE BASEE SUR LE CONCEPT DE ROLE

L’originalité de notre approche est double. Premièrement notre approche vise à analyser les interactions entre participants, non seulement dans les trois espaces d’activités, mais également à rendre compte des interactions qui sont établies conjointement entre les trois espaces d’activités. Les formes de participation dans ces communautés prennent différentes formes et donc nécessitent des analyses qui rendent compte d’ensemble d’actions/interactions multiples, avec des objectifs différents, mais également de l’entremêlement de ces actions.

Deuxièmement, les formes de participation sont analysées à travers le concept de rôle au niveau du collectif. Comme en psychologie interactionniste, et également en sciences du langage, on considère le rôle en tant que phénomène émergeant de l’interaction (Baker, Détienne, Lund, & Séjourné, 2003). Le rôle renvoie à l’activité manifeste d’un individu, en interaction avec un collectif et avec des artefacts technologiques, comme on l’entend en ergonomie cognitive. Nous le distinguons du concept de statut qui recouvre l’ensemble des droits et devoirs attachés à une position institutionnalisée dans un système social et du concept plus traditionnel de rôle en sociologie qui renvoie au type de conduite que devrait tenir un individu selon ses droits et devoirs. Notre concept est développé selon plusieurs dimensions : une dimension sociale, une dimension cognitive et une dimension interactive.

La dimension sociale vise à formaliser, en regard des statuts des participants dans le projet, leur participation dans les trois espaces (discussion, documentation, implémentation) en termes d’actions générées (ex : messages postés), de co-actions (ex : messages postés + actions sur le code) et en termes d’effets de ces actions ou co-actions (ex : citations des

messages postés). En comparant les statuts et les activités effectives, l'analyse permet de comprendre l'influence et le pouvoir des participants (Ducheneaut, 2005 ; Mahendran, 2002), et le fait qu'un participant puisse s'inscrire dans une coalition en tant que leader ou porte parole.

La dimension cognitive concerne l'activité de conception du langage de programmation Python comme un type de problème ouvert résolu collectivement. Elle renvoie premièrement à l'identification des différents types de contribution relatives à la résolution du problème, telles que : l'apport de nouvelles connaissances (e.g. par analogie avec d'autres langages de programmation) ; l'identification de nouveaux problèmes de conception ; la génération de solutions alternatives. Elle renvoie deuxièmement à la distribution de ces contributions dans les trois espaces d'activité (e.g. actions de conception qui prennent une forme dialogique dans l'espace de discussion, ou actions sur les documents -actions de modification du code qui peuvent révéler des prises de décisions restées implicites dans les discussions-).

La dimension interactive englobe à la fois les activités discursives qui sont liées à la co-élaboration de solutions de conception (e.g. argumentation, explication, clarification, reformulation) et les activités interactionnelles telles que l'ouverture, la relance, la clôture des thèmes de discussions et la gestion de l'interaction elle-même (e.g. gestion des tours).

La mise en œuvre de cette approche nécessite une phase de recueil de données et de constitution de corpus puis une phase d'analyse. Le critère que nous retenons pour constituer l'unité d'un corpus est le lien entre les traces et un même processus PEP, constituant une activité collective finalisée par un même but de conception. Ainsi toute trace dans les trois espaces d'activité (messages, nouvelle version de document...) qui est liée à un même processus PEP (le lien peut-être explicite dans le titre d'un message ou nécessiter une fouille plus fine) est considérée comme un élément d'un même corpus. Une organisation temporelle entre ses traces est alors effectuée ainsi qu'une organisation en lien de citations pour les messages.

Deux types d'analyse sont mises en œuvre :

- Des analyses structurelles. Il s'agit de mesurer les activités, en termes d'action ou de co-action, dans les trois espaces. On mesure notamment : le degré de participation ou implication des participants (nombre de messages postés selon la liste ; quantité de modifications faites) ; la régularité des participants (nombre de discussions dans lesquelles un participant est impliqué) ; les participations croisées (implications dans plusieurs listes en parallèle) ; la réactivité des participants (délais de réponse) ; l'influence des participants (importance et profondeur de citations des messages) ; les liens réciproques entre participants (citations mutuelles) ; la spécificité des contributions (plutôt dans les discussions ou dans les modifications).
- Des analyses de contenu. Il s'agit d'analyser le contenu des contributions. Pour cela nous avons développé des catégories de codage du contenu des messages qui mettent en évidence les contributions à la conception (e.g. proposition d'une alternative de conception), à la gestion de la communication (e.g. recentrer la discussion), à l'argumentation, au renforcement de liens sociaux (e.g. reconnaissance de la contribution de X), ainsi que la nature des connaissances apportées (e.g. connaissance sur des scénarios d'utilisation).

4. ILLUSTRATION DE NOTRE APPROCHE: ETUDE DU PROJET PYTHON

Nos travaux se sont centrés sur l'un des plus grands projets OSS actuels, le projet Python (langage de programmation orienté objet). Un processus prescrit de conception appelé « Python Enhancement Proposal » (PEP) encadre la façon dont doit être proposée une

nouvelle idée pour Python, sa mise en discussion dans la communauté et la documentation des décisions de conception qui s'y rapportent. Ce processus PEP correspond à un ensemble d'activités se déroulant dans les trois espaces de discussion, de documentation et d'implémentation (Sack *et al.* 2004).

L'analyse des traces d'interactions entre participants à un PEP dans ces trois espaces a été réalisée selon les dimensions sociale, cognitive et interactive évoquées plus haut. Quelques éléments de résultats sont présentés à la suite.

4.1. Dimension sociale

L'analyse de cette dimension s'est focalisée sur la participation dans l'espace de discussion en termes de messages postés, de co-actions (message postés en parallèle dans plusieurs mailing-lists) et en termes d'effets de ces actions (citations des messages postés). Les grandes lignes des principaux résultats sont :

- Le degré de participation dans les discussions est lié au statut « hiérarchique » et formel des participants dans le projet. Dans les mailing-lists orientées développement, les participants qui postent le plus fréquemment des messages sont ceux qui occupent des positions d'administrateur au sein du projet. Ces analyses montrent notamment une plus forte implication du chef de projet et du champion (la personne à l'origine du PEP) dans les discussions qui contribuent à hauteur d'un tiers des messages postés.
- Des patrons de positions privilégiés dans le graphe des citations (e.g. structure séquentielle versus structure en branche) émergent, montrant une plus forte influence dans la discussion du chef de projet, du champion et de certains administrateurs.
- Des « cross-participants », notion étendue de « cross-posting » (Kollock & Smith, 1996; Whittaker, Terveen, Hill, & Cherny, 1998) se distinguent des autres participants par un volume important de participation en parallèle dans plusieurs listes : des listes orientées utilisateurs, d'une part, et des listes orientées développeurs, d'autre part, et ceci, quels que soient leurs statuts (administrateurs, développeurs, ou utilisateurs).
- Les cross-participants se positionnent au centre du réseau social (basé sur les liens de citations entre messages) et réalisent la fonction de lien social entre les sous-communautés de développeurs-administrateurs et celles d'utilisateurs.

4.2. Dimension cognitive

Notre étude selon cette dimension s'est centrée sur les types de contributions relatives à la conception et sur la façon dont elles se répartissent dans les espaces d'activités. Nos résultats mettent en évidence que :

- Il existe un lien entre le statut et certains types de contribution : par exemple, le chef de projet et le champion tendent à plus proposer des alternatives de conception que les autres participants. Mais cette tendance est aussi notée pour des développeurs qui participent peu ce qui montre que la conception reste ouverte même si elle est dominée par certains participants.
- Les cross-participants se distinguent par des contributions qui relèvent à la fois du domaine d'application (orienté usage) et du domaine informatique (orienté développement).
- Les cross-participants tendent à adapter leur contribution selon la sous-communauté à laquelle ils s'adressent : transfert de connaissances concernant les utilisateurs finaux vers

la communauté des développeurs ; transfert de connaissances sur la programmation à destination de la communauté des utilisateurs.

4.3. Dimension interactive

L'étude de cette dimension porte sur les types de contributions relatives aux activités discursives et les activités de gestion thématique des discussions. Nous montrons notamment que :

- Les activités qui apparaissent le plus fréquemment dans les commentaires (qui suivent les citations) sont l'accord et le désaccord. Ainsi plus de la moitié des blocs de commentaires contient une activité d'évaluation, le plus souvent de type argumentative.
- Il existe aussi une forte relation entre le type d'activité dans la citation et dans le commentaire : certaines de ces séquences peuvent être interprétées en termes de mouvements argumentatifs, révélant ainsi que la discussion est un espace de négociation entre les participants, où la structure sociale influence les termes du débat.
- De plus, une forte centration thématique est assurée dans les discussions par des relances du chef de projet et du champion du PEP.

4.5. Profils de participation

Les analyses selon ces trois dimensions permettent un deuxième niveau d'organisation. En effet, la combinaison privilégiée de certaines valeurs dans les trois dimensions sociale, cognitive et interactive met à jour des « profils de participation » (Baker *et al.* 2003).

Par exemple, le profil de « boundary spanner » ou personne d'interface peut être identifié sur la base des dimensions sociale et cognitive et à travers la dynamique conjointe de plusieurs discussions. Ainsi les cross-participants, en intervenant de façon croisée dans les sous-communautés des utilisateurs et des développeurs (dimension sociale), assurent aussi le lien entre ces communautés par des transferts de connaissances (dimension cognitive). De ces différentes façons, ils ont un profil de « boundary spanners » entre les utilisateurs et développeurs en franchissant les frontières entre ces communautés (Grinter, 1999; Herbsleb & Grinter, 1999). Cette notion de profil fournit une vision plus globale des contributions respectives dans la communauté . Il sera notamment intéressant de voir comment les profils évoluent.

5. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Une perspective sera d'instrumenter nos analyses par des outils d'extraction et d'analyse automatiques des corpora. De tels outils devraient permettre d'assister voire d'automatiser en partie l'extraction des traces d'interaction, leur organisation, les traitements de type structuraux (e.g. les citations) et les traitements de contenu. Cela peut ouvrir la voie à des analyses systématiques plus étendues et plus complètes (voire exhaustives) de ces vastes quantités de traces liées à l'activité, alors que le coût actuel de telles analyses, pour le chercheur, rend difficile leur réalisation aujourd'hui. Une telle démarche requiert à l'évidence un travail de recherche interdisciplinaire en sciences cognitives à l'intersection des champs de la sociologie sur les réseaux socio-techniques, de l'ergonomie cognitive sur la conception à distance, de la psychologie de l'interaction et de la linguistique pour l'analyse conversationnelle.

Il nous semble qu'une méthode d'analyse qui permette de comprendre comment la combinaison des contributions fonctionne dans l'émergence d'une solution de conception sera utile pour l'étude ultérieure de l'efficacité du processus de conception selon la composition et les dynamiques particulières aux communautés. De plus, il sera important de saisir les caractéristiques de l'environnement socio-technique qui favorisent l'émergence et l'évolution des rôles dans ces communautés et de comprendre dans quelle mesure les communautés du logiciel libre constituent des environnements socio-techniques « capacitants » (Falzon, 2005).

- Baker, F., Détienne, F., Lund, K., & Séjourné, A. (2003). Articulation entre élaboration de solutions et argumentation polyphonique. In J. Bastien (Ed.), *Actes des Deuxièmes Journées d'Etude en Psychologie ergonomique - EPIQUE* » (pp 235-240). Boulogne-Billancourt, France, 2-3 octobre, 2003, Rocquencourt (France) : INRIA.
- Barcellini, F., Détienne, F., Burkhardt, J.M., & Sack, W. (2005a). A study of online discussions in an Open-Source community: reconstructing thematic coherence and argumentation from quotation practices. In P. Van Den Besselaar, G. de Michelis, J. Preece, et C. Simone (Eds.), *Communities and Technologies 2005* (pp 301-320). Dortmund, The Netherlands: Springer.
- Barcellini, F., Détienne, F., Burkhardt, J.M., & Sack, W. (2005b). Thematic coherence and quotation practices in OSS design-oriented online discussions. In K. Schmidt, M. Pendergast, M. Ackerman, et G. Mark (Eds.) *Proceedings of the 2005 International ACM SIGGROUP conference on supporting group work* (pp 177-186). New York, USA: ACM Press.
- Cohendet, P., Créplet, F., & Dupouët, O. (2003). Innovation organisationnelle, communautés de pratique et communautés épistémiques : le cas de linux. *Revue Française de Gestion*, 29(146), 99-121.
- Conein, B (2004a). Communautés épistémiques et réseaux cognitifs : coopération et cognition distribuée. *Revue d'Economie Politique, numéro spécial Marchés en ligne et communautés d'agents*, 113, 141-159.
- Conein, B. (2004b). Relations de conseils et expertises collective : comment les experts choisissent-ils leurs destinataires dans les listes de discussions ? *Recherches sociologiques*, 3, 1-13.
- de Souza Sieckenius, C., & Preece, J. (2004). A framework for analysing and understanding online communities. *Interacting with computer*, 16, 579-610.
- Ducheneaut, N. (2005). Socialization in an Open Source Software Community: A Socio-Technical Analysis. *Journal of Computer Supported Collaborative Work*, 14, 323-368.
- Falzon, P. (2005). Ergonomics, knowledge development and the design of enabling environments. *Conference on Humanizing Work and Work Environment*, Guwahati, Inde.
- Grinter, R.E. (1999). Systems Architecture: Product Designing and Social Engineering. In *Proceedings of ACM Conference on Work Activities Coordination and Collaboration, WACC'99* (11-18). San Francisco, California: February 20-22.
- Herbsleb, J.D., & Grinter, R.E. (1999). Splitting the organization and integrating the code: Conway's Law revisited. In *Proceedings of the 21st International Conference on Software Engineering, ICSE '99* (pp 85-95) Los Angeles, California. May 16-22.
- Kollock, P., & Smith, M. (1996). Managing the Virtual Commons. In S.Herring (Ed.) *Computer-Mediated Communication: Linguistic, Social, and Cross-Cultural Perspectives* (pp. 109-128). Amsterdam, The Netherlands: John Benjamins.
- Mahendran, D. (2002). *Serpents and Primitives: An ethnographic excursion into an Open Source community*. Master's Thesis, School of Information Management and Systems, University of California at Berkeley.
- Mockus, A., Fielding, R.T., & Herbsleb, J. (2002). Two Case Studies of Open Source Software Development: Apache and Mozilla. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 11(3), 309-346.
- Raymond, E. S. (1999). *The cathedral and the bazaar* [page web] <http://www.tuxedo.org/esr/writings/cathedral-bazaar/> [20 juin 2005].
- Sack, W., Détienne, F., Burkhardt, J.M., Barcellini, F., Ducheneaut, N., & Mahendran, D. (2004). A Methodological Framework for Socio-Cognitive Analyses of Collaborative Design of Open

- Source Software. *Distributed Collective Practices workshop in CSCW'04*. November 6-10, Chicago, US.
- Sack, W., Détienne, F., Ducheneaut, N., Burkhardt, J-M., Mahendran, D., & Barcellini, F. (2006) A methodological framework for socio-cognitive analyses of collaborative design of Open Source Software. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW), the Journal of Collaborative Computing*, 15 (2-3), 229-250.
- Sandusky, R. J., Gasser, L., & Ripoche, G. (2004). Information practices as an object of DCP research. *Distributed Collective Practice: Building New Directions for Infrastructural Studies. Workshop of the CSCW 2004 Conference*. Chicago, IL, US, November 6, 2004.
- Scacchi, W. (2001). Understanding the requirements for developing Open Source Software Systems. *IEEE Proceedings--Software*, 149(1), 24-39.
- Whittaker, S., Terveen, L., Hill, W., & Cherny L. (1998). The dynamics of mass interaction. In *Proceedings of Conference on Computer Supported Cooperative Work* (257-264). New York: ACM Press.